



Analysis of vibration and shock characteristics and apple damage mechanism during truck transport

著者	路 飛
内容記述	Thesis (Ph. D. in Biotechnology)--University of Tsukuba, (A), no. 5042, 2009.3.25 Includes bibliographical references (leaves 131-145)
発行年	2009
URL	http://hdl.handle.net/2241/111320

氏 名（国籍）

ろ 飛（中 国）

学 位 の 種 類

博 士（生物工学）

学 位 記 番 号

博 甲 第 5042 号

学位授与年月日

平成 21 年 3 月 25 日

学位授与の要件

学位規則第 4 条第 1 項該当

審 査 研 究 科

生命環境科学研究科

学 位 論 文 題 目

Analysis of Vibration and Shock Characteristics and Apple Damage Mechanism during Truck Transport

（トラック輸送における振動・衝撃特性の解析とリンゴの損傷メカニズムに関する研究）

主 査

筑波大学教授

農学博士

佐 竹 隆 顕

副 査

筑波大学教授

博士（農学）

山 口 智 治

副 査

筑波大学教授

農学博士

杉 浦 則 夫

副 査

筑波大学准教授

博士（農学）

北 村 豊

副 査

食総研ユニット長

博士（農学）

石 川 豊

論 文 の 内 容 の 要 旨

近年、青果物の主な輸送手段としてトラックが利用されることが多い。しかし、トラック輸送においては、路面の凹凸やトラックのサスペンションに起因する荷台の振動と衝撃が青果物を損傷する恐れがあることから、青果物の価値の損失が心配される。このため、流通時の青果物の品質維持を目的として、流通時の機械的および生理的な損傷を防止する技術に関する研究開発が社会的に求められている。このような社会的背景の下、本論文ではトラック輸送時の青果物の損傷の軽減に向けた基礎技術である輸送振動シミュレータの振動シミュレーション法、検討対象青果物としたリンゴの損傷評価とその予測方法、およびリンゴの損傷メカニズム等に関する基礎データの収集・整備を目的にこれらの各項目について実験的研究を行った研究成果を取りまとめた。

本論文では、まず青果物の生産・消費・流通の現況について紹介すると共にトラック輸送における振動と衝撃の特徴、振動と衝撃による青果物損傷に対する影響などについて述べた。次に、事例としてトラック輸送中の振動と衝撃レベルを測定し、振動と衝撃に及ぼすトラック走行速度の影響を調べた。トラック輸送における衝撃は、道路の凹凸・金属の継ぎ目・横断歩道・マンホール・カーブ・左折や右折及び踏切において発生することを明らかにした。このような路面の不規則性による衝撃を除いた場合、振動加速度はランダムであることを明らかにした。さらに振動と衝撃の加速度が著しく異なるため、実験室内でトラック輸送環境をシミュレーションするためには、振動と衝撃を別々に測定することが必要と考えられた。また、トラック走行速度により振動のみの加速度と衝撃を含む振動加速度との間で、Grms と PSD に有意差が認められ、トラック走行速度が低速度レベルである場合は衝撃を含む振動加速度の Grms に大きい影響を及ぼすものの、高速度レベルの場合はその影響が小さいことを明らかにした。また、衝撃を含む振動は最も高い Grms が一般道の走行速度 45 ～ 59.9km/h の範囲で観測され、高速道路に比べて高い値であった。また、トラックの走行速度が増すに従い Grms が上下・左右・前後のいずれの方向においても大きくなることが認められた。一方、

振動のみの加速度の場合はトラックの走行速度が低速度レベルで Grms に及ぼす影響が大きいものの、高速度レベルでは小さいことを明らかにした。

次に衝撃を受ける際のリンゴの損傷レベルの評価を感圧フィルムにより行った。落下高さと落下面の素材が種々異なる条件の下で落下試験を行い、落下による受圧面積と感圧フィルムによる平均圧力の積とリンゴの果皮表面の損傷面積および損傷体積との関係を示す回帰モデルを作成した結果、損傷面積および損傷体積との関係を示す決定係数がそれぞれ0.92と0.94であることを明らかにした。さらに同感圧フィルムを用い、段ボール箱に封函したリンゴの落下衝撃時の損傷レベルの評価を行った。感圧フィルムの発色イメージにより段ボール層が単層と2層さらに両者を組み合わせた段ボール箱ではリンゴの損傷レベルに有意な差があることを明らかにした。それぞれの段ボール箱について、落下による受圧面積と感圧フィルムによる平均圧力の積とリンゴの果皮表面の損傷面積の関係を示す回帰モデルを作成した結果、単層段ボール箱と2層段ボール箱および両者を組み合わせた段ボール箱の相関係数はそれぞれ0.94、0.85 および0.86であることを明らかにした。

最後に、トラック輸送時に受ける振動・衝撃にともなうリンゴの生理的損傷すなわちエチレン生合成のメカニズムを明らかにするために、異なる振動・雰囲気温度および貯蔵時間におけるリンゴの呼吸速度とエチレン生成量の評価を行った。振動中はリンゴの呼吸速度とエチレン生成量が振動時間と共に増えるものの、振動処理後の低温貯蔵時には徐々に振動前の初期レベルに戻ることを明らかにした。さらに、貯蔵温度が4℃の低温の場合、22℃での貯蔵に比べてリンゴの品質保持時間が長いことから、ACC 合成酵素とACC 酸化酵素について分析を行い、両者が振動・雰囲気温度および貯蔵時間に対して異なる応答を示すことを明らかにした。すなわち、トラック輸送における振動と温度ストレスがエチレン生合成に大きな影響を及ぼすことが示唆された。

審 査 の 結 果 の 要 旨

流通時の青果物の品質維持を目的として、流通時の機械的および生理的な損傷を防止する技術に関する研究開発が社会的に求められている。本論文はトラック輸送中の振動と衝撃レベルを事例的に調査測定し、振動と衝撃に及ぼすトラック走行速度の影響の一端を明らかにした。また、この事例調査結果を基に落下衝撃を受けるリンゴの損傷レベルの評価を行い、衝撃による圧力および受圧面積と果皮表面の損傷面積などの関係を示す回帰モデルを提示した。さらにトラック輸送時に受ける振動・衝撃にともなうリンゴの生理的損傷すなわちエチレン生合成のメカニズム解明に向け、異なる振動・雰囲気温度および貯蔵時間におけるリンゴの呼吸速度とエチレン生成量の評価を行った。本研究で得られた成果は、青果物の流通過程における機械的損傷を減少させるハンドリングや輸送方法、さらに包装資材の改良開発に新たな知見を提供する学術的に価値のある貴重な成果であると判断される。

よって、著者は博士（生物工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。